

**PLC-TF 1: TB 5: TG 5: Document A6**

**WO 01/50628 A1 (DE 199 63 800 C2)**

**Priority Date: 30.12.1999**

**Method and device for transporting a bi-directional S0 data stream for transmission via a low voltage network**

**Independent Claim:** (Translated from the German in WO 01/50628 A1)

Method for the conversion of an S<sub>0</sub> data stream for transfer over a low voltage network (NSN), in which the pseudoternary S<sub>0</sub> data stream, consisting of a sequence of S<sub>0</sub> frames (SR), is converted into a binary data stream, consisting of a sequence of binary frames (BR), in which, using time division duplex (TDD), a data transfer packet suited for transmission over a low voltage network (NSN), is divided into a first range (DS-B) for data transmission in a first data transfer direction (DS) and a second range (US-B) for data transmission in a second data transfer direction (US), and in which the binary frames (BR), depending on the direction, are inserted into the first or second transfer packets (DS-B, US-B), and are transferred to a data transmission device (UEE) for transmission over the low voltage network (NSN).

Device for the conversion of the S<sub>0</sub> data stream.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Juli 2001 (12.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/50628 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04B 3/54, H04Q 11/04

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): IDE, Hans-Dieter [DE/DE]; Aplerbecker Schulstrasse 24, 44287 Dortmund (DE). NEUHAUS, Ralf [DE/DE]; Friedrich-Wilhelm-Weber-Strasse 22 M, 44534 Lünen (DE). STOLLE, Jörg [DE/DE]; Glatzerstrasse 69 b, 58511 Lüdenscheid (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04546

(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Dezember 2000 (19.12.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 199 63 800.4 30. Dezember 1999 (30.12.1999) DE

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).

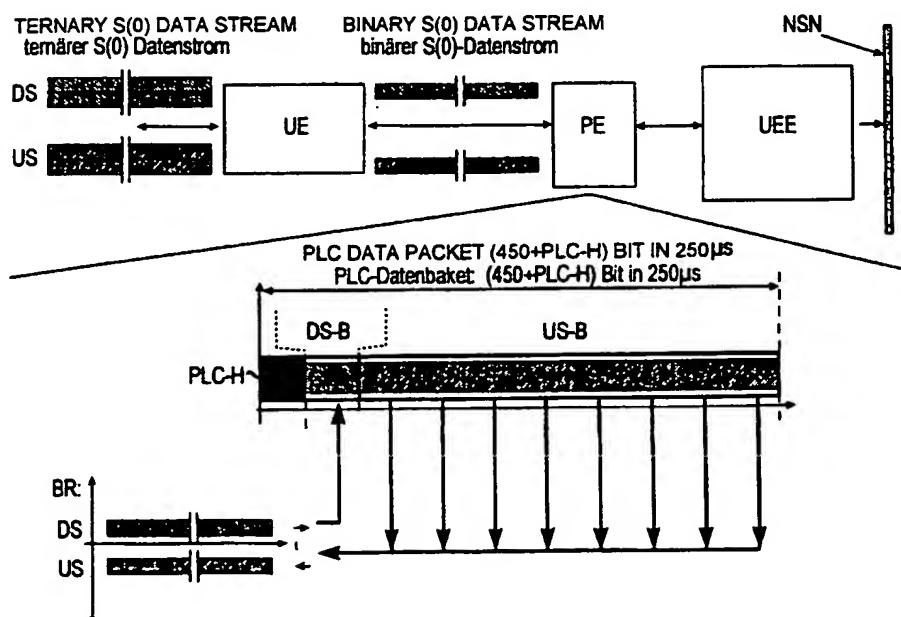
(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, IN, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSPOSING A BI-DIRECTIONAL S<sub>0</sub> DATA STREAM FOR TRANSMISSION VIA A LOW-VOLTAGE NETWORK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR UMSETZUNG EINES BIDIREKTIONALEN S<sub>0</sub>-DATENSTROMS FÜR EINE ÜBERMITTLUNG ÜBER EIN NIEDERSPANNUNGSSTROMNETZ



(57) Abstract: The pseudo-ternary S<sub>0</sub> data stream consisting of a sequence of S<sub>0</sub> frames (SR) is transposed into a binary data stream consisting of a sequence of binary frames (BR). The binary frames (BR) are subsequently inserted by a protocol unit (PE) into a transmission packet which is provided for transmission via the low-voltage network (NSN) and is configured according to the time division duplex method and the time division multiple access method. Said binary frames are then forwarded to a transmission unit (UEE), in order to be transmitted via the low-voltage network (NSN).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/50628 A1

**Veröffentlicht:**

- *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Umsetzung eines bidirektionalen Spannstroms für eine Übermittlung über ein Niederspannungsstromnetz

5

Die starke Entwicklung des Telekommunikationsmarktes in den letzten Jahren hat zur Folge, daß der Suche nach bisher unge nutzten Übertragungskapazitäten mehr Bedeutung beigemessen wird, bzw. daß versucht wird vorhandene Übertragungskapazitäten effizienter zu nutzen. Ein bekanntes Datenübertragungsverfahren ist die Übermittlung von Daten über das Stromversorgungsnetz, in der Literatur häufig als 'Powerline Communication' kurz mit 'PLC' bezeichnet. Ein Vorteil der Nutzung des Stromversorgungsnetzes als Medium zur Datenübertragung liegt in der bereits bestehenden Netzinfrastruktur. So verfügt fast jeder Haushalt sowohl über einen Zugang zum Stromversorgungsnetz als auch über ein bestehendes, weit verzweigtes Inhausstromnetz.

10

Das Stromversorgungsnetz gliedert sind in Europa je nach Art der Energieübertragung in verschiedene Netzstrukturen bzw.

Übertragungsebenen. Die Hochspannungsebene mit einem Spannungsbereich von 110 kV bis 380 KV dient einer Energieüber

15

tragung über weite Entfernung. Die Mittelspannungsebene mit einem Spannungsbereich von 10 kV bis 38 kV dient dazu, die elektrische Energie vom Hochspannungsnetz in Verbrauchernähe zu führen und wird für den Verbraucher durch geeignete Netztransformatoren auf eine Niederspannungsebene mit einem Spannungs

20

nungsbereich bis 0,4 kV abgesenkt. Die Niederspannungsebene untergliedert sich wiederum in einen sogenannten Außerhausbereich - auch als 'Last Mile' oder 'Access Bereich' bezeichnet - und in einen sogenannten Inhausbereich - auch als 'Last Meter' bezeichnet. Der Außerhausbereich der Niederspannungsebene definiert den Bereich des Stromversorgungsnetzes zwischen

25

Netztransformator und einer jeweils einem Verbraucher zugeordneten Zählereinheit. Der Inhausbereich der Niederspan

nungsebene definiert den Bereich von der Zählereinheit bis zu den Anschlußeinheiten für den Verbraucher.

5 Für eine Datenübertragung über das Stromversorgungsnetz sind in Europa durch die Norm EN 50065 vier unterschiedliche Frequenzbereiche - in der Literatur häufig als CENELEC-Bänder A bis D bezeichnet - mit einem zugelassenen Frequenzbereich von 9 kHz bis 148,5 kHz und jeweils einer maximal zulässigen Sendeleistung festgelegt, die allein für eine Datenübermittlung 10 auf Basis der 'Powerline Communication' reserviert sind.

Durch die in diesem Frequenzbereich zur Verfügung stehende geringe Bandbreite und die eingeschränkte Sendeleistung sind hierbei jedoch nur Datenübertragungsraten von einigen 10 kBit/s realisierbar.

15

Für Telekommunikationsanwendungen, wie z.B. einer Übermittlung von Sprachdaten, werden in der Regel jedoch Datenübertragungsraten im Bereich von einigen MBit/s benötigt. Für die Realisierung einer solchen Datenübertragungsrate ist vor allem eine genügend große Übertragungsbandbreite erforderlich, die ein Frequenzspektrum bis 20 MHz mit geeignetem Übertragungsverhalten bedingt. Eine Datenübertragung im Frequenzbereich bis 20 MHz mit einem geeigneten Übertragungsverhalten ist heute ausschließlich in der Niederspannungsebene des 25 Stromversorgungsnetzes realisierbar.

Eine Übermittlung von digitalen Sprachdaten stellt zusätzlich zur Bandbreite hohe Anforderungen in Bezug auf die Echtzeitfähigkeit und die zulässige maximale Bitfehlerrate - kurz BER - des Datenübertragungssystems. Zusätzlich bedingt eine Übermittlung von digitalen Sprachdaten eine kollisionsfreie Punkt-zu-Multipunkt-Datenübertragung im Voll duplexbetrieb, d.h. eine fehlerfreie, gleichzeitige Datenübertragung in beiden Übertragungsrichtungen zwischen mehreren Teilnehmern. Ein 35 bekanntes Datenübertragungsverfahren zur Übertragung von digitalen Sprachdaten ist das ISDN-Übertragungsverfahren (Integrated Services Digital Network). Eine Datenübertragung ge-

mäß dem ISDN-Übertragungsverfahren welches die obengenannten Bedingungen erfüllt kann beispielsweise auf Basis der bekannten S<sub>0</sub>-Schnittstelle - in der Literatur häufig auch als Basisanschluß bezeichnet - erfolgen.

5

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen vorzusehen, durch welche eine Umsetzung einer S<sub>0</sub>-Schnittstelle für eine Datenübermittlung auf Basis einer 'Powerline Communication' erfolgen kann.

10

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. 10.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens 15 bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß durch eine Umsetzung der bekannten S<sub>0</sub>-Schnittstelle für eine Datenübermittlung auf Basis der 'Powerline Communication' herkömmliche ISDN-Kommunikationsendgeräte auf einfache und kostengünstige Weise für eine Datenübermittlung über ein Niederspannungsstromnetz verwendet werden können.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

25 Ein Vorteil von in den Unteransprüchen definierten Ausgestaltungen der Erfindung besteht unter anderem darin, daß die bestehende Baumstruktur des Niederspannungsstromnetzes im Innenbereich auf einfache Weise auf eine Master-Slave-Kommunikationsbeziehung zwischen einer als Master-Einrichtung konfigurierten, einem jeweiligen Verbraucher zugeordneten Zähleinheit und den am Niederspannungsstromnetz angeschlossenen, 30 als Slave-Einrichtung konfigurierten Einrichtungen abgebildet werden kann.

35 Ein weiterer Vorteil von in den Unteransprüchen definierten Ausgestaltungen der Erfindung besteht darin, daß durch eine Nutzung der für die S<sub>0</sub>-Schnittstelle implementierten Übertra-

gungsmechanismen eine bidirektionale und kollisionsfreie Datenübermittlung über das Niederspannungsstromnetz bei bis zu maximal 8 angeschlossenen Slave-Einrichtungen ohne zusätzlichen Implementierungsaufwand realisiert werden kann.

5

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

10

Fig. 1: ein Strukturbild zur schematischen Darstellung eines Stromversorgungsnetzes;

Fig. 2: ein Strukturbild zur schematischen Darstellung einer Umwandlung eines in einem invertierten AMI-Kanalkode kodierten  $S_0$ -Datenstroms in einen binär kodierten  $S_0$ -Datenstrom;

15 Fig. 3: ein Strukturbild zur schematischen Darstellung einer Umsetzung des  $S_0$ -Datenstroms für eine Übermittlung über ein Niederspannungsnetz gemäß eines ersten Umsetzungsmodus;

20 Fig. 4: ein Strukturbild zur schematischen Darstellung einer Umsetzung des  $S_0$ -Datenstroms für eine Übermittlung über das Niederspannungsnetz gemäß eines zweiten Umsetzungsmodus.

25

Fig. 1 zeigt ein Strukturbild mit einer schematischen Darstellung eines Stromversorgungsnetzes. Das Stromversorgungsnetz gliedert sich in Abhängigkeit der Energieübertragungart in verschiedene Netzstrukturen bzw. Übertragungsebenen. Die 30 Hochspannungsebene bzw. das Hochspannungsnetz HSN mit einem Spannungsbereich von 110 kV bis 380 kV dient einer Energieübertragung über weite Entfernungen. Die Mittelspannungsebene bzw. das Mittelspannungsnetz MSN mit einem Spannungsbereich von 10 kV bis 38 kV dient dazu, die elektrische Energie vom 35 Hochspannungsnetz in Verbrauchernähe zu führen. Das Mittelspannungsnetz MSN ist dabei über eine die jeweiligen Spannungen umsetzende Transformatorstation HSN-MSN TS mit dem Hoch-

spannungsnetz HSN verbunden. Das Mittelspannungsnetz MSN ist zusätzlich über eine weitere Transformatorstation MSN-NSN TS mit dem Niederspannungsnetz NSN verbunden.

- 5     Die Niederspannungsebene bzw. das Niederspannungsnetz mit einem Spannungsbereich bis 0,4 kV gliedert sich in einen sogenannten Außerhausbereich AHB und in einen sogenannten Inhausbereich IHB. Der Außerhausbereich AHB definiert den Bereich des Niederspannungsnetzes NSN zwischen der weiteren Transformatorstation MSN-NSN TS und einer einem jeweiligen Verbraucher zugeordneten Zählereinheit ZE. Durch den Außerhausbereich AHB sind mehrere Inhausbereiche IHB mit der die Umsetzung auf das Mittelspannungsnetz MSN realisierenden weiteren Transformatorstation MSN-NSN TS verbunden. Der Inhausbereich 10 IHB definiert den Bereich von der Zählereinheit ZE bis zu im Inhausbereich IHB angeordneten Anschlußeinheiten AE. Eine Anschlußeinheit AE ist beispielsweise eine an das Niederspannungsnetz NSN angeschlossene Steckdose. Das Niederspannungsnetz NSN im Inhausbereich IHB ist dabei in der Regel als 15 Baumnetzstruktur ausgelegt, wobei die Zählereinheit ZE die Wurzel der Baumnetzstruktur bildet.
- 20

Für eine Übermittlung von digitalen Sprachdaten - insbesondere auf Basis der S<sub>0</sub>-Schnittstelle - über das Stromversorgungsnetz ist eine Übertragungsbandbreite von einigen MBit/s mit einem geeigneten Übertragungsverhalten notwendig. Diese ist zur Zeit ausschließlich im Niederspannungsnetz NSN realisierbar. Die S<sub>0</sub>-Schnittstelle verwendet als Leitungskode standardmäßig einen sogenannten 'invertierten AMI-Kanalkode' 25 (Alternate Mark Inversion), welcher zur Umsetzung der S<sub>0</sub>-Schnittstelle für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsnetz NSN in einen binären Kode umgewandelt wird.

Fig. 2 zeigt ein Strukturbild zur schematischen Darstellung 35 der Umwandlung eines im invertierten AMI-Kanalkode kodierten S<sub>0</sub>-Datenstroms in einen binär kodierten S<sub>0</sub>-Datenstrom. Ein S<sub>0</sub>-Datenstrom besteht dabei aus einer Folge von nacheinander zu

übertragenden, sogenannten  $S_0$ -Rahmen SR. Beim AMI-Kanalkode handelt es sich um einen pseudoternären Leitungskode, bei dem die beiden binären Zustände "0" und "1" durch die drei Signalpotentiale '0', '1' und '-1' repräsentiert werden. Hierbei

5 wird beim invertierten AMI-Kanalkode der binäre Zustand "1" durch das Signalpotential '0' repräsentiert. Dem binären Zustand "0" wird entweder ein positives oder ein negatives Signalpotential '1' oder '-1' zugeordnet, wobei sich die Polarität zwischen zwei aufeinanderfolgenden "0"-Zuständen ändert.

10

Eine  $S_0$ -Schnittstelle umfaßt im wesentlichen 2 Nutzdatenkanäle, welche jeweils als ISDN-orientierte B-Kanäle mit einer Übertragungsbitrate von jeweils 64 kBit/s ausgestaltet sind und einen Signalisierungskanal, welcher als ISDN-orientierter

15 D-Kanal mit einer Übertragungsbitrate von 16 kBit/s ausgestaltet ist. Für eine bidirektionale Datenübermittlung über die  $S_0$ -Schnittstelle ist in der Regel eine 4-Draht-Übertragung vorgesehen, wobei die beiden Übertragungsrichtungen - im folgenden als Downstream-Richtung DS und Upstream-Richtung US

20 bezeichnet - über getrennte Leitungen geführt werden. Die Downstream-Richtung DS definiert dabei die Datenübertragung über eine Übertragungsstrecke von einer zentralen, die Übertragung steuernden Einrichtung - im folgenden als 'Master' M bezeichnet - zu weiteren an der Übertragungsstrecke ange-

25 schlossenen Einrichtungen - im folgenden als 'Slaves' S bezeichnet. Die Upstream-Richtung US definiert die Datenübertragung von den jeweiligen Slaves S zum Master M. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die einem Inhausbereich IHB zugeordnete Zählereinheit ZE als Master M - durch das in

30 Fig. 1 in Klammern gesetzte M angedeutet - und über die Anschlußeinheiten AE an das Niederspannungsnetz NSN im Inhausbereich IHB angeschlossenen Kommunikationseinrichtungen als Slaves S konfiguriert. Über die  $S_0$ -Schnittstelle sind durch den Master M maximal bis zu acht unterschiedliche Slaves S adressierbar.

35

In der Figur ist für einen im invertierten AMI-Kanalkode kodierten, pseudoternären  $S_0$ -Datenstrom jeweils ein  $S_0$ -Rahmen SR in Downstream-Richtung DS und in Upstream-Richtung US dargestellt. Ein  $S_0$ -Rahmen SR weist eine Rahmenlänge von 250  $\mu$ s auf und umfaßt insgesamt 48 Bit. Im Rahmen eines  $S_0$ -Rahmens SR werden jeweils 16 Bit Nutzinformation über einen ersten Nutzdatenkanal B1 und 16 Bit Nutzinformation über einen zweiten Nutzdatenkanal B2 sowie 4 Bit Signalisierungsinformation über den Signalisierungskanal übermittelt. Des weiteren werden beispielsweise für eine Zugriffssteuerung, für eine Synchronisierung des Downstream-Datenstroms DS und des Upstream-Datenstroms US und für eine Realisierung von höheren Systemdiensten gemäß dem OSI-Schichtenmodell zusätzliche Steuerbits übermittelt. Somit ergibt sich sowohl für den Downstream-Datenstrom DS als auch für den Upstream-Datenstrom US jeweils eine Übertragungsbitrate von 192 kBit/s. Die Bedingungen für eine Datenübermittlung über die  $S_0$ -Schnittstelle sind in der ITU-T (International Telecommunication Union) Spezifikation I.430 "ISDN User-Network Interfaces" standardisiert.

Der im invertierten AMI-Kanalkode kodierte, pseudoternäre  $S_0$ -Datenstrom wird durch eine Umwandlungseinheit UE in einen binären  $S_0$ -Datenstrom umgewandelt. Hierbei wird für den Downstream- und den Upstream-Datenstrom DS, US die im AMI-Kanalkode kodierte 48 Bit umfassende Information des  $S_0$ -Rahmens SR in eine 48 Bit umfassende, binär kodierte Information umgewandelt und durch einen 2-Bit langen Header H zu einem 50 Bit langen Binärrahmen BR zusammengefaßt. Der Header H umfaßt ein Synchronisations-Bit SYN und ein Anfangszustands-Bit ANF. Das Anfangszustands-Bit ANF beinhaltet eine Information über das dem ersten "0"-Zustand zugeordnete Signalpotential im AMI-Kanalkode. Da das Signalpotential für den "0"-Zustand das Potential '1' oder '-1' besitzen kann, ist diese Information für eine Wiederherstellbarkeit des ursprünglichen AMI-Kanalkodes auf der Empfängerseite notwendig. Das Synchronisations-Bit SYN dient einer Synchronisation der auf Empfängerseite aus den Binärrahmen BR wiederhergestellten, einander

zugeordneten  $S_0$ -Rahmen SR für den Downstream-Datenstrom DS und den Upstream-Datenstrom US, da die einander zugeordneten  $S_0$ -Rahmen SR des Downstream- und den Upstream-Datenstroms DS, US - wie aus der Figur ersichtlich - gegenseitig um zwei 5 Bit versetzt sind.

Somit ergibt sich für den binären  $S_0$ -Datenstrom sowohl für den Downstream-Datenstrom DS als auch für den Upstream-Datenstrom US jeweils eine Übertragungsbitrate von

10

$$(48 + 2) \text{ Bit} / 250\mu\text{s} = 200 \text{ kBit/s.}$$

Fig. 3 zeigt ein Strukturbild zur schematischen Darstellung einer Umsetzung des im invertierten AMI-Kanalkode kodierten, 15 pseudoternären  $S_0$ -Datenstroms für eine Übermittlung über das Niederspannungsnetz NSN gemäß eines ersten Umsetzungsmodus. In einem ersten Schritt wird der gemäß dem invertierten AMI-Kanalkode kodierte, pseudoternäre  $S_0$ -Datenstrom durch die Umwandlungseinheit UE - wie unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben - 20 in einen binär kodierten  $S_0$ -Datenstrom umgewandelt. Der binär kodierte  $S_0$ -Datenstrom wird anschließend an eine Protokolleinheit PE weitergeleitet, durch welche der binär kodierte  $S_0$ -Datenstrom in ein für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsnetz NSN vorgesehenes Datenformat umgewandelt wird. 25

Aufgrund der im Inhausbereich IHB des Niederspannungsnetzes NSN bestehenden Baumstruktur wird für eine Datenübermittlung zwischen den an das Niederspannungsnetz NSN im Inhausbereich 30 IHB angeschlossenen Einrichtungen eine Master-Slave-Kommunikationsbeziehung eingerichtet. Hierbei wird die im Inhausbereich IHB angeordnete, die Wurzel der Baumstruktur bildende Zählereinheit ZE als Master M und die weiteren, über die Anschlußeinheiten AE an das Niederspannungsnetz NSN angeschlossenen Einrichtungen als Slaves S definiert.

Für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsnetz NSN sind sogenannte PLC-Datenpakete mit einer Länge von jeweils 250 µs vorgesehen, die in einen PLC-Header PLC-H und in einen Nutzdatenbereich untergliedert sind. Der PLC-Header PLC-H umfaßt im wesentlichen eine Adreßinformation zur Adressierung der an das Niederspannungsnetz NSN angeschossenen Slaves S. Die Adreßinformation kann dabei durch eine den Slaves S jeweils eindeutig zugeordnete MAC-Adresse (Medium Access Control) gebildet werden. Die MAC-Adresse ist eine eindeutige, auf der Schicht 2 des OSI-Referenzmodells angesiedelte 6 Byte lange Hardware-Adresse. Alternativ kann eine Adressierung der an das Niederspannungsnetz NSN angeschlossenen Slaves S durch eine auf dem ATM-Protokoll (Asynchronous Transfer Modus) basierende VPI/VCI-Adressierung (Virtual Path Identifier / Virtual Channel Identifier) realisiert werden.

Für eine Realisierung einer bidirektionalen Datenübertragung über das Niederspannungsnetz NSN wird der Nutzdatenbereich des PLC-Datenpaketes mit Hilfe des Zeitduplexverfahrens - in der Literatur auch als Time Division Duplex kurz 'TDD' bezeichnet - in zwei Rahmen - in der Literatur auch als Duplexbereiche bezeichnet - untergliedert. Hierbei erfolgt eine Aufteilung des Nutzdatenbereiches in einen Downstreambereich DS-B und in einen Upstreambereich US-B. Die im wesentlichen - bei einer relativen Verschiebung um 2 Bit - zeitgleich ankommenden Binärrahmen BR des Downstream- und des Upstream-Datenstroms DS,US des binär kodierten S.-Datenstroms werden dabei zeitlich aufeinanderfolgend in den jeweiligen Downstream- oder Upstreambereich DS-B, US-B des Nutzdatenbereiches des PLC-Datenpaket eingefügt.

Für eine Gewährleistung einer kollisionsfreien Datenübertragung über das Niederspannungsnetz NSN werden der Downstream- und der Upstreambereich DS-B, US-B des Nutzdatenbereiches des PLC-Datenpaket mit Hilfe des Zeitmultiplex-basierten Mehrfachzugriffssteuerungsverfahrens - in der Literatur auch als Time Division Multiple Access kurz 'TDMA' bezeichnet - in

mehrere Kanäle - häufig auch als Zeitschlitzte bezeichnet - untergliedert. Die Anzahl der Kanäle je Duplexbereich entspricht dabei der maximalen Anzahl von an das Niederspannungsnetz NSN anschließbaren Slaves S. Wie bereits beschrieben sind über die S<sub>0</sub>-Schnittstelle durch den Master M maximal bis zu acht unterschiedliche Slaves S<sub>1</sub> - S<sub>8</sub> adressierbar, so daß die Duplexbereiche im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils in acht jeweils 50 Bit lange Kanäle untergliedert werden. Die jeweilige Untergliederung der Duplexbereiche in eine gleiche Anzahl von Kanälen wird in Literatur als symmetrische Rahmenbildung bezeichnet.

Jedem Slave S<sub>1</sub> - S<sub>8</sub> wird je Duplexbereich ein Kanal fest zugeordnet, indem er senden bzw. empfangen darf, d.h. die den Slaves S<sub>1</sub> - S<sub>8</sub> zugeordneten Binärrahmen BR werden durch die Protokolleinheit PE in den jeweiligen, dem Slave S<sub>1</sub> - S<sub>8</sub> zugeordneten, Kanal des jeweiligen Duplexbereichs eingefügt bzw. aus diesem entnommen. Bei der vorliegenden Master-Slave-Kommunikationsbeziehung ist beispielsweise ein zyklisch fester, hierarchischer Sendeablauf für jeden Duplexbereich realisiert. Dieser Sendeablauf wird in der Literatur üblicherweise als 'Polling' bezeichnet und läßt sich mit Hilfe des TDMA-Verfahrens gut realisieren.

Die PLC-Datenpakete werden anschließend für eine Übertragung über das Niederspannungsnetz NSN von der Protokolleinheit PE an eine Übertragungseinheit UEE übermittelt. Die Übertragungseinheit UEE realisiert die Datenübertragung beispielsweise gemäß dem OFDM-Übertragungsverfahren (Orthogonal Frequency Division Multiplex) mit einer vorgeschalteten FEC-Fehlerkorrektur (Forward Error Correction) und einer vorgeschalteten DQPSK-Modulation (Differenz Quadratur Phase Shift Keying). Nähere Information zu diesen Übertragungs- und Modulationsverfahren können aus der bisher nicht veröffentlichten Diplomarbeit von Jörg Stolle: "Powerline Communication PLC", 5/99, Siemens AG, entnommen werden.

Bei diesem ersten Umsetzungsmodus wird der Nutzdatenbereich des PLC-Datenpakets in insgesamt 16 Kanäle mit jeweils 50 Bit Länge aufgeteilt. Somit ergibt sich - ohne Berücksichtigung des PLC-Headers - eine relativ hohe benötigte Übertragungsbitrate von:

$$(16 \times 50 \text{ Bit}) / 250\mu\text{s} = 3200 \text{ kBit/s.}$$

Fig. 4 zeigt ein Strukturbild zur schematischen Darstellung einer Umsetzung des im invertierten AMI-Kanalkode kodierten, pseudoternären  $S_0$ -Datenstroms für eine Übermittlung über das Niederspannungsnetz NSN gemäß eines zweiten Umsetzungsmodus. Analog zum ersten Umsetzungsmodus wird der gemäß dem invertierten AMI-Kanalkode kodierte, pseudoternäre  $S_0$ -Datenstrom in einem ersten Schritt durch die Umwandlungseinheit UE - wie unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben - in einen binär kodierten  $S_0$ -Datenstrom umgewandelt. Der binär kodierte  $S_0$ -Datenstrom wird anschließend an eine Protokolleinheit PE weitergeleitet, durch welche der binär kodierte  $S_0$ -Datenstrom in ein für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsnetz NSN vorgesehenes Datenformat umgewandelt wird.

Im Gegensatz zum ersten Umsetzungsmodus bei dem eine symmetrische Rahmenbildung erfolgt, wird beim zweiten Umsetzungsmodus eine asymmetrische Rahmenbildung realisiert. Analog zum ersten Umsetzungsmodus wird der Nutzdatenbereich des PLC-Datenpakets mit Hilfe des Zeitduplexverfahrens in einen Downstreambereich DS-B und in einen Upstreambereich US-B untergliedert. Des Weiteren wird für eine Gewährleistung einer kollisionsfreien Datenübertragung über das Niederspannungsnetz NSN der Upstreambereich US-B des Nutzdatenbereiches des PLC-Datenpakets mit Hilfe des Zeitmultiplex-basierten Mehrfachzugriffssteuerungsverfahrens in acht jeweils 50 Bit lange Kanäle untergliedert. Jedem Slave S1 - S8 wird im Upstreambereich US-B ein Kanal fest zugeordnet, indem er senden darf, d.h. die den Slaves S1 - S8 zugeordneten Binärrahmen BR werden durch die Protokolleinheit PE in den jeweiligen, dem Sla-

ve S1 - S8 zugeordneten Kanal des Upstreambereichs US-B eingefügt. Bei der vorliegenden Master-Slave-Kommunikationsbeziehung wird der Sendeablauf analog zum ersten Umsetzungsmodus im 'Polling' realisiert.

5

Der Downstreambereich DS-B umfaßt beim zweiten Umsetzungsmodus nur einen einzelnen 50 Bit langen Kanal, über den eine Datenübermittlung ausgehend vom Master M zu den Slaves

S1 - S8 erfolgt. Da in der Downstream-Richtung DS der Master

10 M als einzige Einrichtung sendet, kann auf die im ersten Umsetzungsmodus realisierte Punkt-zu-Multipunktstruktur verzichtet werden. Beim zweiten Umsetzungsmodus wird die zu übermittelnde Nutzinformation parallel an alle Slaves S1 - S8

gesendet. Dieses Übertragungsverfahren wird im allgemeinen

15 als 'Broadcasting-Betrieb' bezeichnet. Auf diese Weise kann die für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsnetz NSN in Downstream-Richtung DS benötigte Übertragungsbitrate reduziert werden.

20 Die PLC-Datenpakete werden anschließend für eine Übertragung über das Niederspannungsnetz NSN von der Protokolleinheit PE an eine Übertragungseinheit UEE übermittelt. Die Übertragungseinheit UEE realisiert die Datenübertragung analog zum ersten Umsetzungsmodus gemäß dem OFDM-Übertragungsverfahren

25 mit einer vorgeschalteten FEC-Fehlerkorrektur und einer vorgeschalteten DQPSK-Modulation.

Somit ergibt sich beim zweiten Umsetzungsmodus - ohne Berücksichtigung des PLC-Headers - eine im Gegensatz zum ersten Um-

30 setzungsmodus geringere benötigte Übertragungsbitrate von:

$$(9 \times 50\text{Bit}) / 250\mu\text{s} = 1800 \text{ kBit/s.}$$

Auf der Empfängerseite erfolgt ein Auslesen der PLC-Datenpa-

35 kete aus dem Niederspannungsnetz NSN und eine Umwandlung in einen gemäß dem invertierten AMI-Kanalkode kodierten, pseudo-

ternären  $S_0$ -Datenstrom analog zu der beschriebenen Funktionsweise lediglich in umgekehrter Richtung.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Umsetzung eines bidirektionalen S<sub>0</sub>-Datenstroms für eine Übermittlung über ein Niederspannungsstromnetz (NSN),  
5 bei dem der pseudoternäre, aus einer Folge von S<sub>0</sub>-Rahmen (SR) bestehende S<sub>0</sub>-Datenstrom in einen binären, aus einer Folge von Binärrahmen (BR) bestehenden Datenstrom umgewandelt wird,  
bei dem mit Hilfe eines Zeitduplexverfahrens (Time Division  
10 Duplex TDD) ein für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsstromnetz (NSN) vorgesehenes Übertragungspaket in einen ersten Bereich (DS-B) für eine Datenübermittlung in einer ersten Übertragungsrichtung (DS) und in einen zweiten Bereich (US-B) für eine Datenübermittlung in einer zweiten Übertragungsrichtung (US) aufgeteilt wird, und  
15 bei dem die Binärrahmen (BR) richtungsabhängig in den ersten oder den zweiten Bereich (DS-B, US-B) des Übertragungspakets eingefügt und an eine Übertragungseinheit (UEE) zur Übermittlung über das Niederspannungsstromnetz (NSN) weitergeleitet  
20 werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsstromnetz (NSN) eine Master-Slave-Kommunikationsbeziehung eingerichtet wird.  
25

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
30 daß im ersten Bereich (DS-B) Binärrahmen (BR) von einer Master-Einrichtung (M) zu mindestens einer Slave-Einrichtung (S1 - S8) und im zweiten Bereich (US-B) Binärrahmen (BR) von der mindestens einen Slave-Einrichtung (S1 - S8) zur Master-Einrichtung (M) übermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß durch die Master-Einrichtung (M) eine Vergabe von Sende-  
und Empfangsrechten für die Slave-Einrichtungen (S1 - S8) im  
5 Polling-Verfahren erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß mit Hilfe eines Zeitmultiplex-basierten Mehrfachzugriffs-  
10 steuerungsverfahrens (Time Division Multiple Access TDMA) der  
erste und der zweite Bereich (DS-B, US-B) des Übertragungspakets  
jeweils in mindestens einen Teilrahmen gegliedert wird,  
und daß die Binärrahmen (BR) jeweils richtungsabhängig in ei-  
nen Teilrahmen des ersten oder des zweiten Bereichs (DS-B,  
15 US-B) des Übertragungspakets eingefügt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der erste und der zweite Bereich (DS-B, US-B) jeweils in  
20 acht Teilrahmen gegliedert werden, wobei jeder am Niederspan-  
nungsstromnetz (NSN) angeschlossenen Slave-Einrichtung  
(S1 - S8) für eine bidirektionale Datenübermittlung mit der  
Master-Einrichtung (M) jeweils ein Teilrahmen im ersten Be-  
reich (DS-B) und im zweiten Bereich (US-B) fest zugewiesen  
25 wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der erste Bereich (DS-B) in einen einzelnen Teilrahmen  
30 und der zweite Bereich (US-B) in acht Teilrahmen gegliedert  
wird, wobei jeder am Niederspannungsstromnetz (NSN) ange-  
schlossenen Slave-Einrichtung (S1 - S8) für eine Datenüber-  
mittlung zur Master-Einrichtung (M) jeweils ein Teilrahmen im  
zweiten Bereich (US-B) fest zugewiesen wird und eine Daten-  
35 übermittlung von der Master-Einrichtung (M) zu den Slave-Ein-  
richtungen (S1 - S8) gemeinsam über den Teilrahmen des ersten  
Bereichs (DS-B) erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei der Umwandlung eines S<sub>0</sub>-Rahmens (SR) zu einem Binär-  
rahmen (BR) eine Information zur Rückgewinnung des S<sub>0</sub>-Rahmens  
(SR) an den Binärrahmen (BR) angefügt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Information ein Anfangszustands-Bit (ANF) und ein  
Synchronisations-Bit (SYN) in den Binärrahmen (BR) eingefügt  
werden.

10. Vorrichtung zur Umsetzung eines bidirektionalen S<sub>0</sub>-Daten-  
stroms für eine Übermittlung über ein Niederspannungsstrom-  
netz (NSN),  
mit einer Umwandlungseinheit (UE) zur Umwandlung der pseudo-  
ternären, aus einer Folge von S<sub>n</sub>-Rahmen (SR) bestehenden S<sub>0</sub>-  
Datenstrom in einen binären, aus einer Folge von Binärrahmen  
(BR) bestehenden Datenstrom,  
mit einer Protokolleinheit (PE) zum Einfügen der Binärrahmen  
(BR) in ein für eine Datenübermittlung über das Niederspan-  
nungsstromnetz (NSN) vorgesehenes Übertragungspaket, wobei  
das Übertragungspaket mit Hilfe eines Zeitduplexverfahrens  
(Time Division Duplex TDD) in einen ersten Bereich (DS-B) für  
eine Datenübermittlung von Binärrahmen (BR) in einer ersten  
Übertragungsrichtung (DS) und in einen zweiten Bereich (US-B)  
für eine Datenübermittlung von Binärrahmen (BR) in einer  
zweiten Übertragungsrichtung (US) aufgeteilt ist,  
mit einer Übertragungseinheit (UEE) zum Einspeisen der Über-  
tragungspakete in das Niederspannungsstromnetz (NSN).

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß für eine Datenübermittlung über das Niederspannungsstrom-  
netz (NSN) eine Master-Slave-Kommunikationsbeziehung einge-  
richtet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 110,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine einem jeweiligen Inhausbereich (IHB) des Niederspannungsstromnetzes (NSN) zugeordnete Zählereinheit (ZE) als  
5 Master-Einrichtung (M) ausgestaltet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß über jeweils eine Anschlußeinrichtung (AE) mit dem Inhausbereich (IHB) des Niederspannungsstromnetzes (NSN) verbundene Kommunikationseinrichtungen als Slave-Einrichtungen (S1 - S8) ausgestaltet sind.

15 14. Vorrichtung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß maximal acht Slave-Einrichtungen (S1 - S8) an das Niederspannungsstromnetz (NSN) anschließbar sind.

1/4

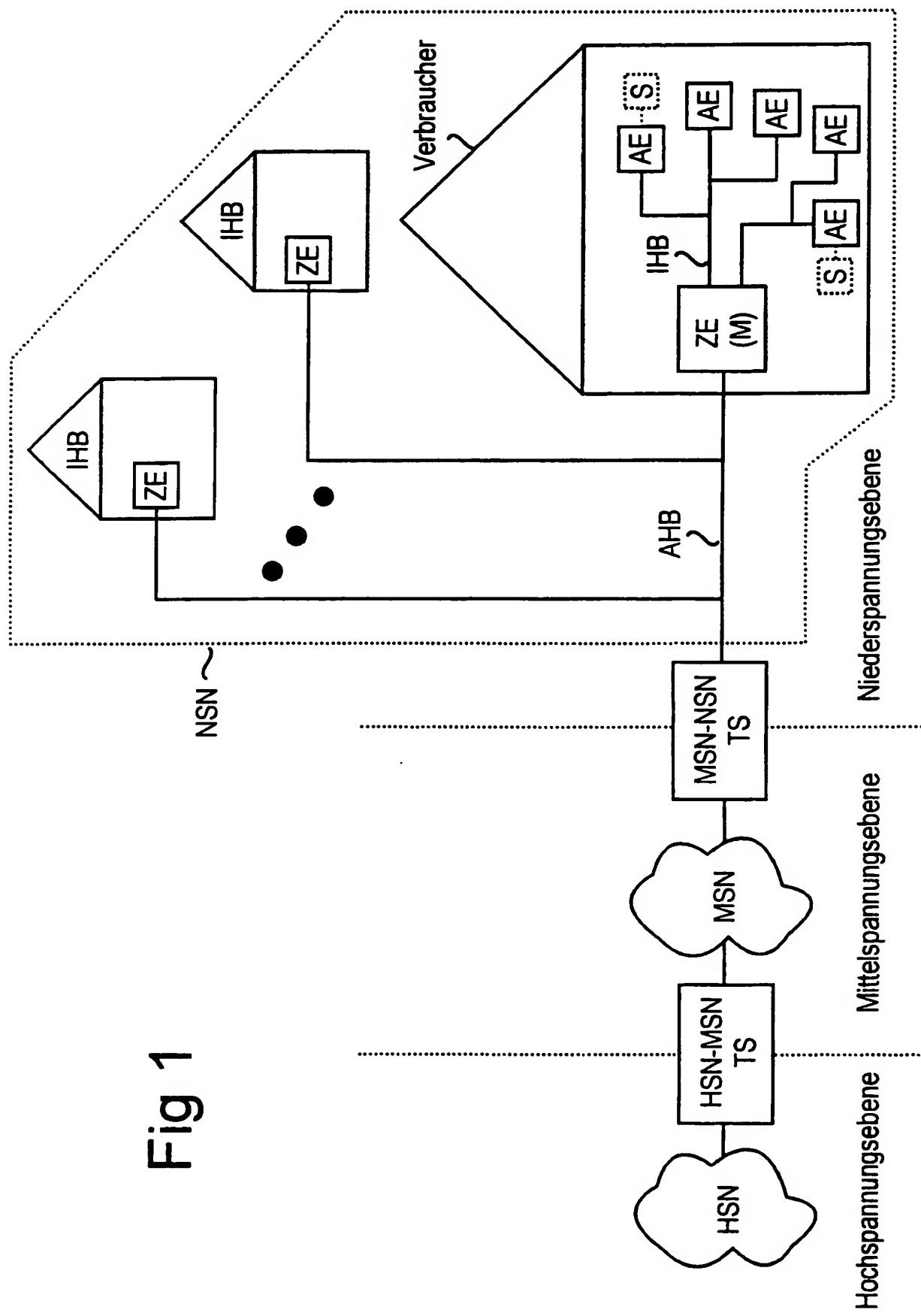
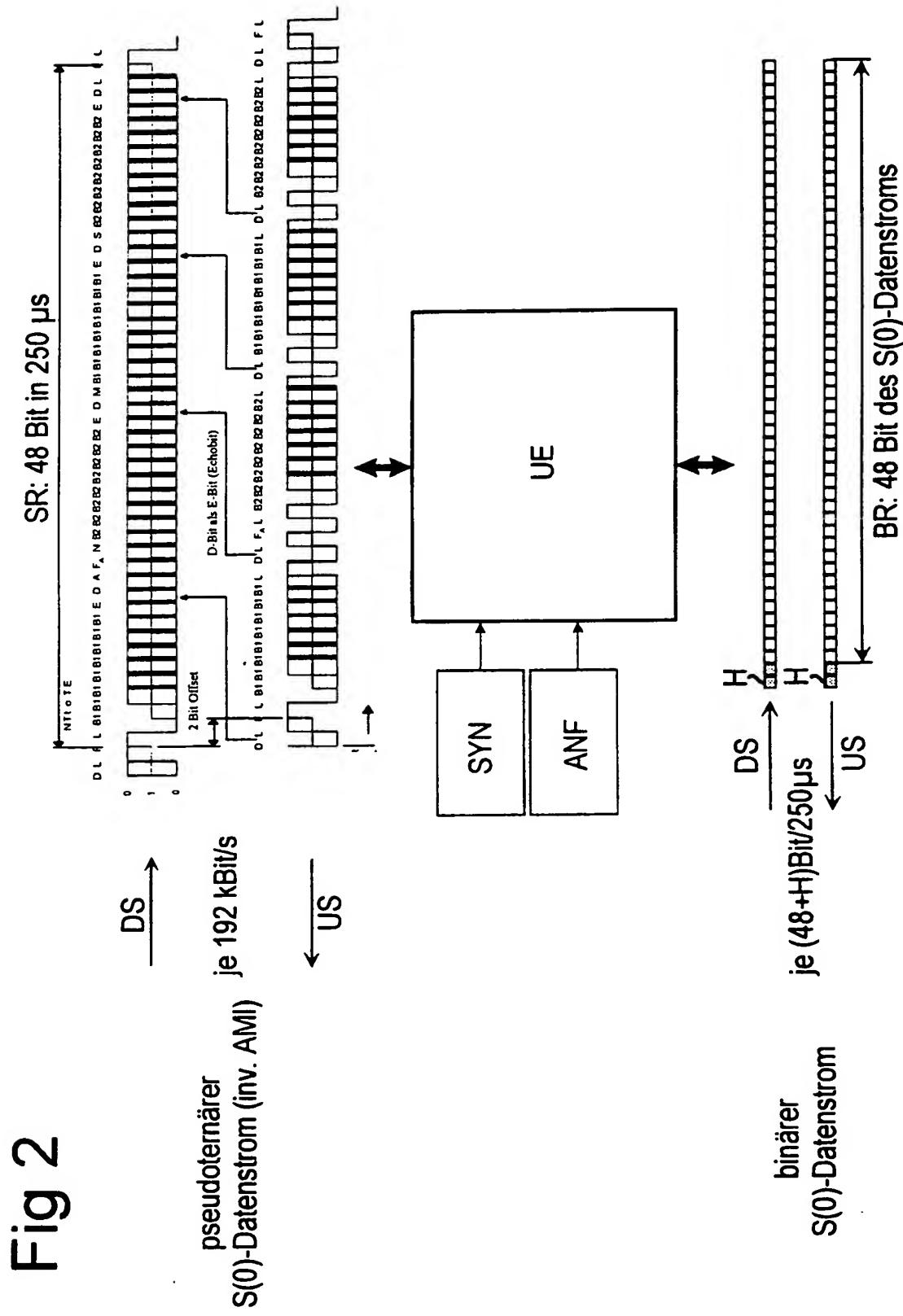
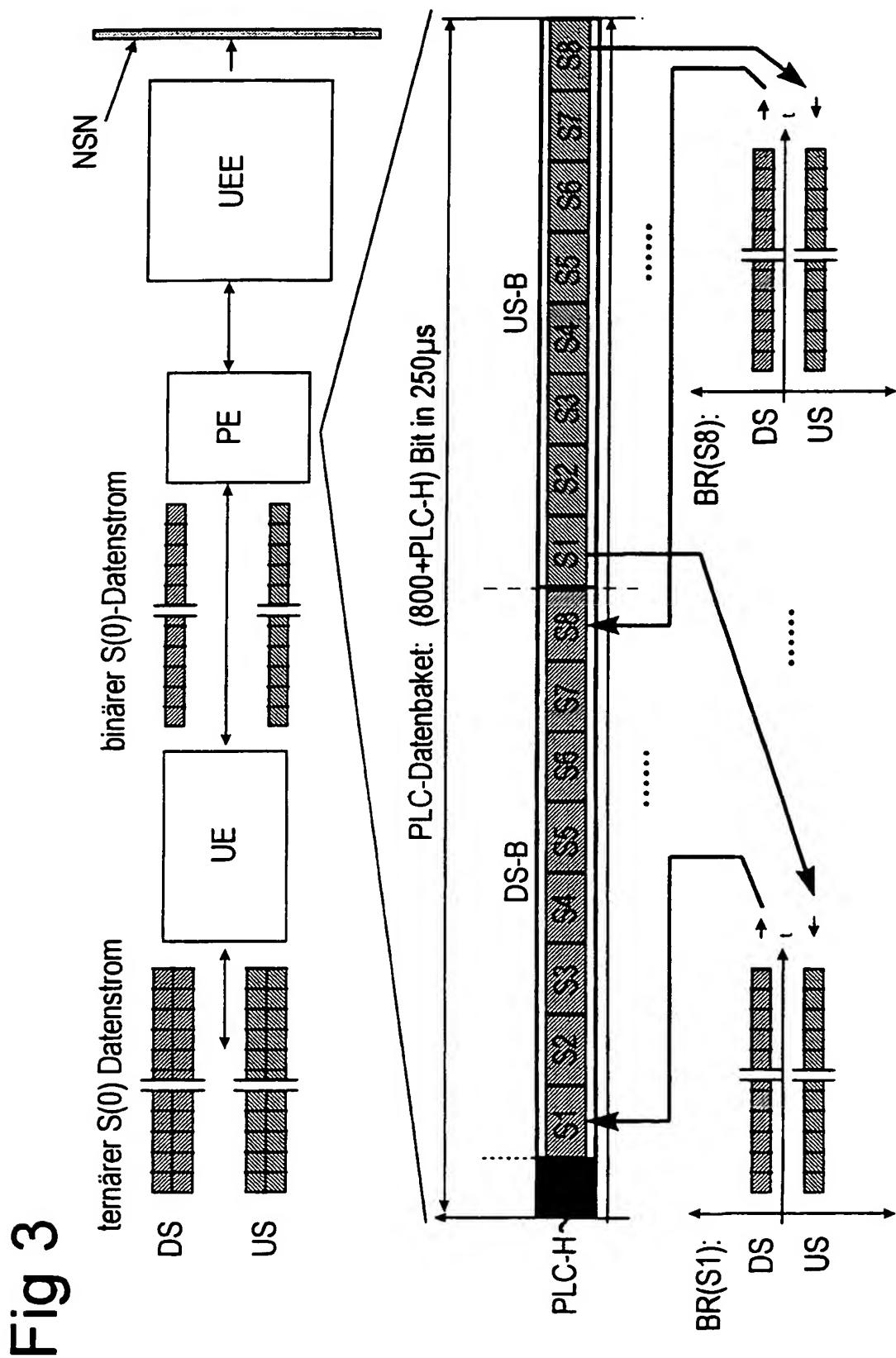


Fig 1

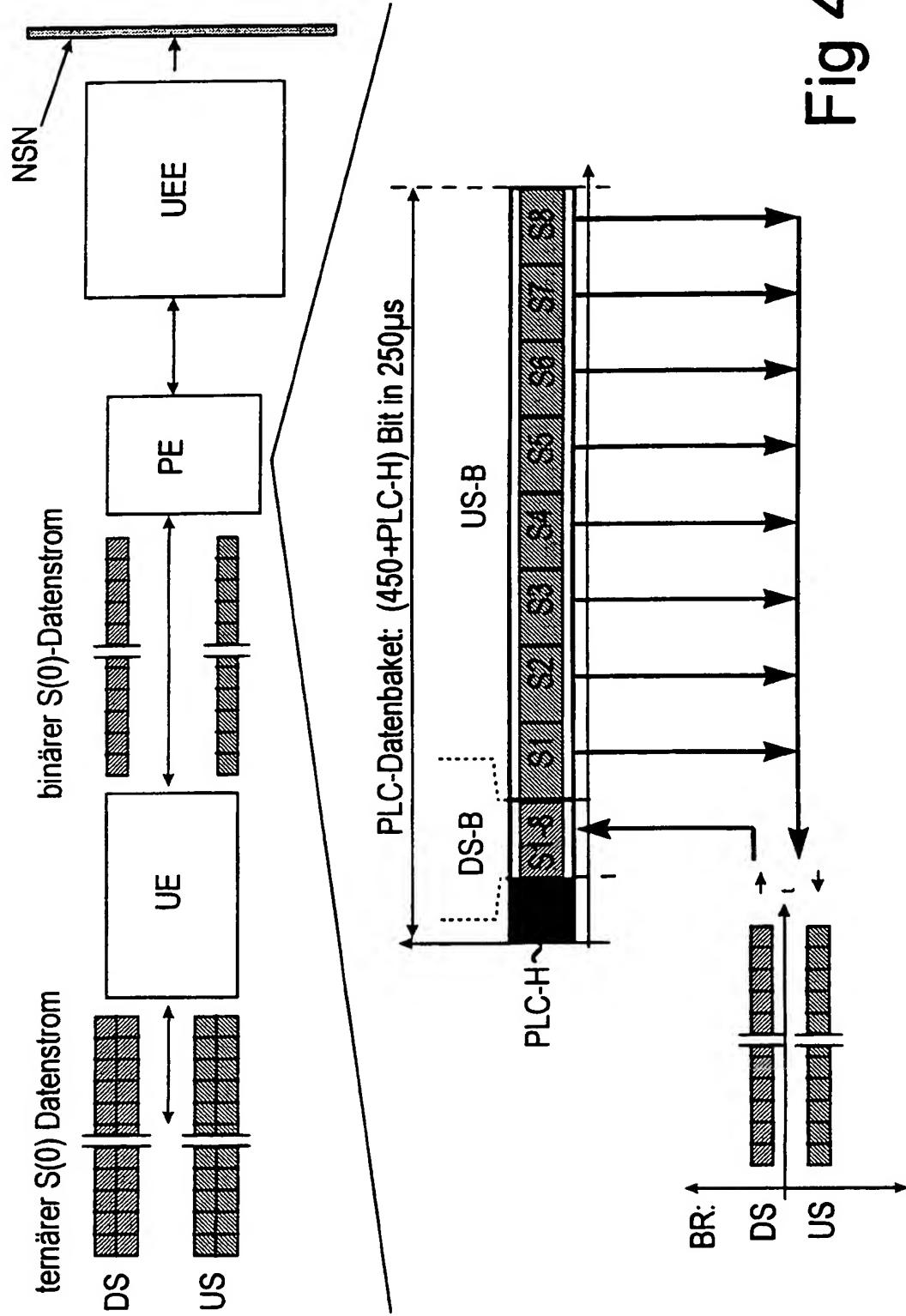
2/4



3/4



4/4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04546

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H04B3/54 H04Q11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H04B H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HENSEN C ET AL: "ISDN-So-Bus Extension by Power-Line Using CDMA Technique"          PROCEEDINGS OF THE 3RD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER-LINE COMMUNICATIONS AND ITS APPLICATIONS (ISPLC'99), LANCASTER, UK,          30 March 1999 (1999-03-30)          - 1 April 1999 (1999-04-01), XP001009460          page 121, paragraph "Introduction"          page 124, paragraph "System Structure" -          page 125          ---          -/-</p>	1-14

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

15 June 2001

22/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vercauteren, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04546

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>FÖHST C ET AL: "Unter Strom -Die Power-Line-Technologie vor dem kommerziellen Einsatz" <b>NET-JOURNAL FOR COMMUNICATION MANAGEMENT</b> vol. 52, no. 7, 1998, pages 48-49, XP000777785 ISSN: 0947-4765 the whole document</p> <p>-----</p>	1-14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Anzeichen

PCT/DE 00/04546

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04B3/54 H04Q11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04B H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HENSEN C ET AL: "ISDN-So-Bus Extension by Power-Line Using CDMA Technique"          PROCEEDINGS OF THE 3RD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER-LINE COMMUNICATIONS AND ITS APPLICATIONS (ISPLC'99), LANCASTER, UK,          30. März 1999 (1999-03-30)          – 1. April 1999 (1999-04-01), XP001009460          Seite 121, Abschnitt "Introduction"          Seite 124, Abschnitt "System Structure" –          Seite 125          ----          -/-</p>	1-14

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15. Juni 2001

22/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vercauteren, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

International	Patentzeichen
PCT/DE	00/04546

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FÖHST C ET AL: "Unter Strom -Die Power-Line-Technologie vor dem kommerziellen Einsatz" NET - ZEITSCHRIFT FÜR KOMMUNIKATIONSMANAGEMENT, Bd. 52. Nr. 7, 1998, Seiten 48-49, XP000777785 ISSN: 0947-4765 das ganze Dokument -----	1-14